

Tartu Ülikool
Loodus- ja täppisteaduste valdkond
Tehnoloogiainstituut

Rauno Umborg

Nutikodu

Bakalaureusetöö (12EAP)
Arvutitehnika eriala

Juhendaja:
vanemteadur Heiki Kasemägi

Tartu 2018

Resümee/Abstract

Nutikodu

Käesoleva bakalaureusetöö eesmärgiks on uurida võimalust luua targa kodu süsteemi lahendus, mis ei sõltu olemasolevast infrastruktuurist. Töö käigus koostatakse operatsioonisüsteemi Android rakendus, kasutaja arvutis jooksev keskserver programmeerimiskeeles Python ja disainitakse ning luuakse rulookardinat keriv seade, mida rakendusest seejärel juhtida saab. Töös kirjeldatakse komponentide valiku põhimõtteid, tuuakse välja nende eelised ja puudused valitud ning alternatiivsete võimalike lahenduste vahel.

CERCS: T120 Süsteemitehnoloogia, arvutitehnoloogia; T125 Automatiseerimine, robotika

Märksõnad: nutikodu, arvutid, Android, elektroonika, robotika

Smart home

The focus of this bachelor thesis is to explore options in creating a smart home solution, that is not bounded by existing infrastructure. Throughout thesis an application will be created for Android operating system, a server application will be written in Python for users computer and a device will be designed and manufactured that could be then controlled using the Android application. The thesis will explain component choices and compare their positives and negatives to possible alternate solutions.

CERCS: T120 Systems engineering, computer technology; T125 Automation, robotics

Keywords: smart home, computers, Android, electronics, robotics

Sisukord

Resümee/Abstract.....	2
Lühendid, konstandid, mõisted	4
1 Sissejuhatus	5
2 Olemasolevad lahendused.....	6
2.1 Indome OÜ ja Fibaro seadmed	6
2.2 A-kaabel OÜ ja Zipato seadmed.....	6
2.3 Home Assistant	6
2.4 Wazombi Labs ja SOMA Smart Shades	7
3 Nõuded.....	8
4 Rakendus.....	10
4.1 Rakenduse platvormi valik	10
4.2 Rakenduse kood.....	10
5 Keskserver.....	15
5.1 Keskserveri platvormi valik.....	15
5.2 Keskserveri arendus	15
6 Juhitav seade: rulookerija	18
6.1 Rulookerija loomine.....	18
6.2 Rulookerija elektroonika	18
6.3 Rulookerija kood.....	21
7 Kokkuvõte	24
8 Viited	25
Lisa 1. Rulookerija kasutusloo jadaskeem.....	29
Lihtlitsents lõputöö reprodutseerimiseks ja lõputöö üldsusele kättesaadavaks tegemisel	33

Lühendid, konstandid, mõisted

API (*Application Protocol Interface*) – reeglistik, mille alusel rakendusprogramm kasutab teise programmi teenuseid [1].

IDE (*Interactive Development Environment*) – interaktiivne programmeerimiskeskkond [1].

IEEE (*Institute of Electrical and Electronics Engineers*) – Elektri ja Elektroonikainseneride Instituut [1].

JSON (*JavaScript Object Notation*) – lihtsustatud andmevahetusvorming, mis on tekstvormingus ja programmeerimiskeelest sõltumatu [2].

SSH (*Secure Shell*) – krüptograafiliselt turvaline võrguprotokoll, mis võimaldab turvalist sisselogimist kaugarvutisse [1].

UART (*Universal Asynchronous Receiver-Transmitter*) – universaalne asünkroonne jadavärat [1].

1 Sissejuhatus

Koduautomaatika pole sugugi uus nähtus. Juba kaks tuhat aastat tagasi kirjeldas Aleksandrias elanud matemaatik ja leiutaja Heron automaatsete uste süsteemi, kus lõkke süütamine põhjustas vee pumpamise konteineritesse [3]. Veega täidetud konteinerid töötasid raskustena, mis avasid templi ukse parasjagu piisavalt kiiresti, et palvele saabunud inimesed saaksid templisse siseneda. Tänapäeval on meil võimalus kasutada lõkke asemel nutitelefon, süütamise asemel nupuvajutust ja veega täidetavate konteinerite asemel asemel elektrit, mis mootoreid ringi ajab.

Kuna kodu puldist juhitavaks tegemine võib olla keeruline protsess, siis pakutakse terviklahendusi, mida on kodu ehitamisel või renoveerimisel võimalik integreerida juba ehitusprotsessi sisse [4, 5]. Teised lahendused aitavad olemasolevat kodu nutikaks teha, pakkudes keskseadmeid ja mooduleid, mis nendega ühilduvad [4, 6]. See piirab valikuvõimalust ning muudab kasutaja sõltuvaks firma visioonist, milline tulevik peaks välja nägema. Lisaks maksavad need lahendused tihtipeale kopsaka summa raha – nii keskseade kui ka moodulid [7], mõnikord lisandub ka teenuse kuumaks [8]. Leidub ka tasuta lahendusi, mis kogukonna abiga loovad võimalusi erinevate populaarsete seadmete juhtimiseks [9]. Ka need seadmed võivad tülikalt kallid olla [10], aga veelgi enam, seda seadet ei pruugi olemas olla. Vastavate teadmiste korral on aga võimalik tegevust automatiseeriv seade ise valmis meisterdada [11]. Ja kui kodus juba õiged tehnikavidinad olemas on, siis on neid võimalik ära kasutada kodu automatiseerimisel või kaugjuhitavaks loomisel.

Käesoleva bakalaureusetöö eesmärgiks on luua targa kodu süsteemne lahendus, mida oleks võimalik igas kohtvõrguühendusega varustatud eluruumis üles seada. See tähendab, et kasutajal pole tarvis süsteemi paigaldamiseks ja kasutamiseks oma eluruumis kardinaalseid muudatusi teha. Selline lahendus võimalaks kasutaja elu lihtsustada, pakkudes seadmetele kaugjuhtimise võimekust ning hoides aega kokku. Lahendus võimaldaks luua aluse kodu turvalisemaks muutmisel, näiteks kontrollimaks, et tehnikaseadmed ei jäänud tööle või kardinal akende ette tõmbamata. Lahendus peab olema võimalikult universaalne selle külge ühendavate seadmete osas.

2 Olemasolevad lahendused

2.1 Indome OÜ ja Fibaro seadmed

Tallinnas baseeruv Indome OÜ nimetab end nutikodu keskuseks. Nad vahendavad paljude erinevate välismaiste kaubamärkide tooteid, kuid peamiselt paistavad seotud olevat Poolas baseeruva, kuid igal mandril müügiga tegeleva Fibaro toodetavate seadmetega [4, 12]. Indome tegeleb toodete müügi, paigalduse ja hooldusega ning omab eestimaiseid koostööpartnereid, paigaldajaid ja edasimüüjaid. Indome OÜ on oma enam kui viie tegutsemisaasta jooksul olnud seotud rohkem kui 800 kodu automatiseerimisega, aga nende toodangu nautimiseks tuleks kolida uude kodusse või lasta neil renoveerida vana. Fibaro HomeCenter süsteemi on võimalik kasutada ka ilma suurema renoveerimiseta, kuna kasutab koduautomaatika seadmetega suhtlemiseks Z-Wave tehnoloogiat. Keskseade on aga sõltuv pakutavatest moodulitest ning üpris kallis.

2.2 A-kaabel OÜ ja Zipato seadmed

Nii Tallinnas kui Tartus esindatud A-Kaabel OÜ on info- ja telekommunikatsioonisüsteemide väljatöötamisega tegelenud üle 15 aasta. Nutikodu lahendusena pakuvad nad Horvaatias baseeruva Zipato koduautomaatika tooteid, mille keskmeks on Zipabox [13]. Zipabox võimaldab kasutada nutitelefone rakendust süsteemi oleku vaatamiseks ja juhtimiseks ning graafilist programmeerimisliidest reeglite loomiseks. Lisaks on võimalus keskseadme funktsionaalsust tõsta laiendusmoodulite abil, näiteks luues süsteemi varundamise võimekuse või lisades suhtlemiseks mõne standardi [14]. Nagu Fibaro seadmetel, on ka selle lahenduse raames kasutaja sõltuvuses täielikult Zipato pakutavatest lahendustest.

2.3 Home Assistant

Home Assistant on avatud lähtekoodiga kodu automatiseerimise lahendus [9], mis on kirjutatud Python 3 keeles. See on mõeldud jooksma eraldiseisvas arvutis, eelistatult Raspberry Pi 3-s. Lahenduse abil on võimalik seadmeid jälgida, kontrollida ja nende tegevust automatiseerida. Kuigi toetatud komponentide nimekiri on üle tuhande üksuse pikk ja nende hulka kuuluvad ka mõned „DIY“ kategooriasse kuuluvad lahendused, on Raspberry Pi-l siiski piiratud sisendite hulk ning näidatud lahendused eeldavad Raspberry külge ühendamist. [15] See teeb keerulisemaks omaloomingu ühendamist Home Assistant'i külge.

2.4 Wazombi Labs ja SOMA Smart Shades

Tartus baseeruv Wazombi Labs on koostöös Soma Smart Shades'iga välja töötanud nutika rulookeri, mida on võimalik otse telefonirakendusest juhtida [16, 17]. Seade kinnitub ruloo kerimise keti külge ning seeläbi kaotab ruloo käsitsi kerimise võimaluse. Nutikas rulookeri töötab sisseehitatud aku pealt ning laeb seda kasutades päikesepaneeli. Soetades lisamooduli SOMA Connect on võimalik nutikad rulood siduda Amazon Alexa või Apple Homekit targa assistendi lahendusega [18]. Kaugjuhtimise võimalust aga ei paista olevat.

3 Nõuded

Bakalaureuse töö eesmärkide täitmiseks loodav lahendus peaks koosnema suures plaanis kolmes komponendist: rakendus, server ja juhitav seade.

Nõuded rakendusele on järgnevad:

- tagasiühilduvus: rakenduse koostamisel kasutatakse Androidi API versiooni 10, et rakendus oleks käivitatav operatsioonisüsteemi Android versioonil 2.3.3. See tagab, et rakendust saab luua ka rohkem kui viis aastat vanadele nutitelefonidele. See võimaldaks rakenduse loojal sahtlipõhja ununenud aegunud tehnoloogiat enda kasuks ära kasutada;
- kaugjuhitavus: rakendus peab olema võimeline ühenduma keskserveriga välisvõrgust, aga ära tundma ka konfiguratsioonifaili abil sisevõrgu;
- turvalisus: rakendus kasutab keskserveriga suhtlemiseks alati krüptograafilist võrguprotokolli SSH;
- rakendus juhib suhtlust: esimesena pöördub alati rakendus keskserveri poole, mille peale saab rakendus keskserverilt vastuse;
- kasutajamugavus: rakendusega juhitavaid seadmeid on võimalik jagada erinevatesse kategooriatesse;
- universaalsus: ühe ja sama rakendusega on võimalik ühenduda erinevate keskserveritega.

Nõuded keskserverile:

- kirjutatud Pythonis: Python on avatud lähtekoodiga[19], lihtne ja arusaadav keel[20], sobilik algajatele, aga samas ka võimas tööriist kogenud kätes[21]. Tegemist on kõige populaarsema programmeerimiskeelega IEEE Spectrum 2017 uuringu põhjal [22];
- kontroll: kogu kontroll seadmete üle on kasutajal ning oma soovi väljendab kasutaja rakenduse abil läbi keskserveri. Keskserver teab alati, mis seadmeid ta juhtida saab ning mis seisus need seadmed on;
- eraldatus: kasutaja ei suhtle keskserveriga otse, vaid kasutab selleks klientrakendust. See võimaldab klientrakendusse turvakontrolle kirjutada enne, kui suhtlus serveriga üldse alguse saab;
- lõimtöötlus: serveri rakendus peab olema võimeline looma mitu lõime. Peamine lõim võtab vastu ühendusi ning seejärel loob uue lõime, kus tegeletakse selle ühendusega.

Nõuded seadmele:

- suhtlus keskserveriga: seade peab keskserverilt saama käsklusi ja neile vastama;
- funktsionaalsus: seade peab olema võimeline mõjutama või tajuma välismaailma;
- voolusäästlik: seade ei tohi tarbida puhkeolekus üle 100 milliampri;
- universaalsus: seade peab olema kalibreeritav;
- käsijuhtimise võimalus: võimaluse korral ei tohi seade kasutaja käest kontrolli võtta.
- seadme unikaalsus: seade peab mõistma, milline käsk oli temale suunatud ja milline mitte ning käituma vastavalt.

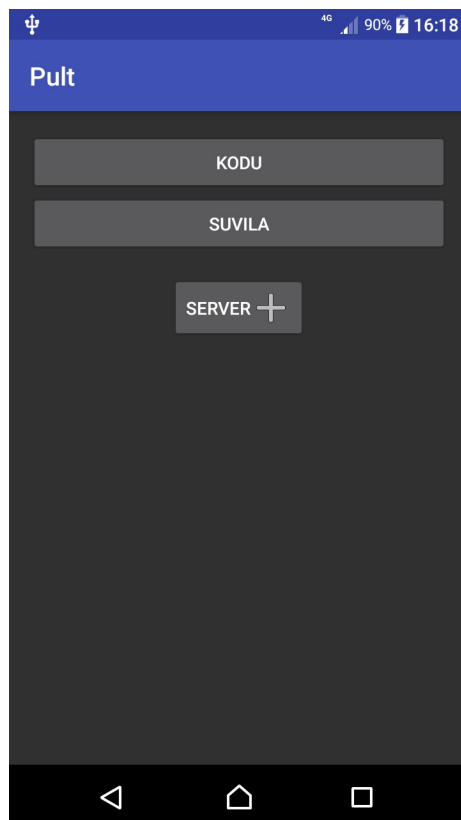
4 Rakendus

4.1 Rakenduse platvormi valik

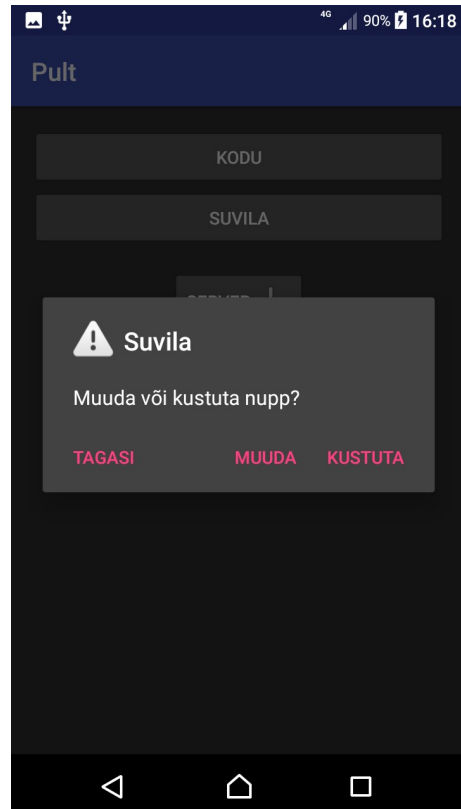
Androidi operatsioonisüsteemil on Eestis ja ka mujal maailmas märkimisväärselt suurem turuosa ja kasutajaskond, kui suuruselt järgmisel operatsioonisüsteemil iOS (kasutusel Apple'i toodetel) [23]. Trend sai alguse 2010. aastal [24], kui Androidi tootja Google tuli turule oma Nexus seeria telefonidega [25]. Trendiga liitusid ka eestlased, kes 2011 aasta lõpuks ostsid nutitelefone rohkem, kui nuputelefone [26]. Enamus neist omakorda kasutasid Androidi operatsioonisüsteemi [27]. Populaarsemad telefonid said ka uuenduse Androidi versioonile 2.3.3 [28, 29]. Seetõttu otsustati rakendust arendada, kasutades API versiooni 10, mis toetab Androidi versiooni vähemalt 2.3.3. Nii on võimalik sahtlipõhjas vedelevale tehnikale kasutust leida.

4.2 Rakenduse kood

Rakenduse loomiseks on kasutatud Android Studio versiooni 3.0 ja testimiseks telefone Sony Xperia XA, mis töötab Androidi versiooni 7.1 peal ning Sony Ericsson Xperia Pro, mis kasutab Androidi versiooni 2.3.4. Rakendus koosneb kolmest peamisest toimingust ja ühest vahepealsest toimingust. Rakenduse käivitamisel loeb peatoiming MainActivity konfiguratsioonifailidest nimekirja keskserveritest ja nendega ühendamise parameetritest. Seejärel kuvatakse nimekiri keskserveritest nuppudena (joonis 1). Keskserveriga ühendamiseks tuleb vajutada vastava nupu peale. Pikk vajutus nupul võimaldab ühendamise parameetreid muuta või keskserveri konfiguratsioon kustutada (joonis 2). Nimekirja järel kuvatakse ka võimalust lisada uus keskserveri konfiguratsioon (joonis 3).



Joonis 1: Rakenduse avakuva, keskserverite nimekiri

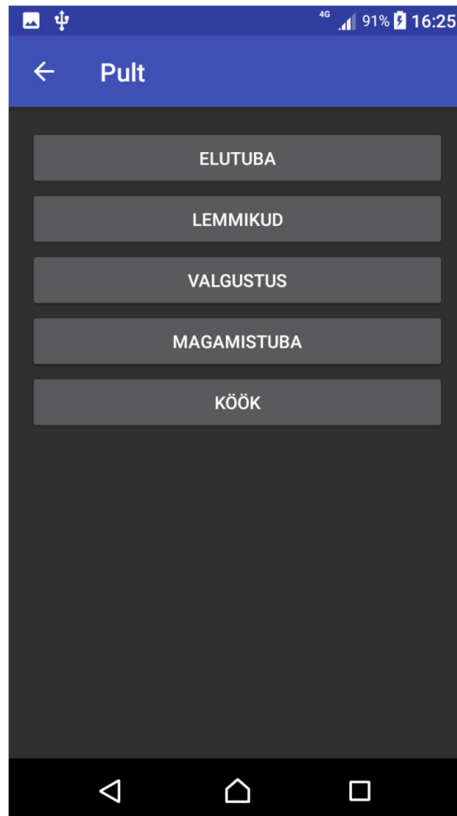


Joonis 2: Keskserveril pika vajutuse järgne dialoog

Serveri atribuudid	
Kodu nimi	Suvila
SiselP	192.168.1.31
SisePort	22
VälisIP	55.97.101.31
VälisPort	9751
SSID	Sweet Home Arizona
MAC	41:FE:7D:33:5A:A6
Kasutaja	pi
Parool	SuPeRcAlIfRaGiLiSTiCeXplaLiD
<div>TAGASI SALVESTA</div>	

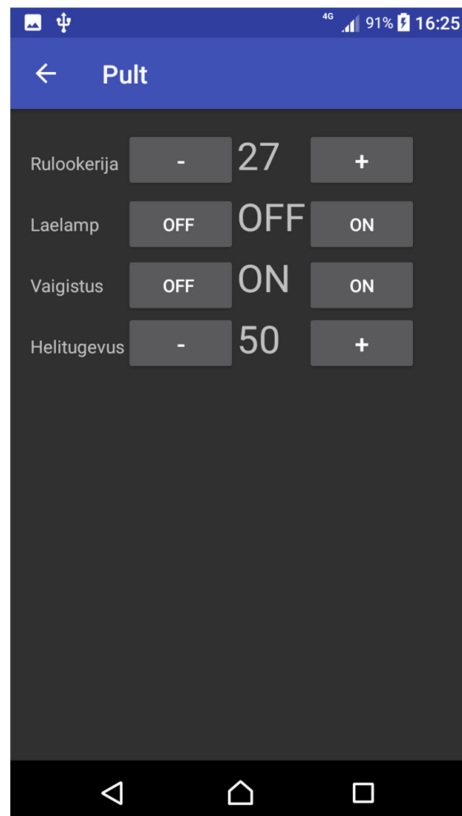
Joonis 3: Keskserveri atribuutide loomine/muutmine

Nupule vajutades alustatakse keskserveriga ühenduse loomist. Selleks käivitatakse vahetoiming nimega `FetchActivity`, kus luuakse SSH sessioon, mida edaspidi kasutatakse keskserveri poole pöördumiseks. Sessiooni eduka loomise järel küsitakse keskserverilt andmeid serveri poolt juhitavate moodulite kohta ning server vastab JSON-vormingus stringiga kategooriate kaupa moodulite informatsiooni. Saadud vastus edastatakse järgmisesse toimingusse nimega `DisplayMenuActivity`, mis kuvab kategooriad, kuhu keskserveris moodulid jagatud on (Joonis 4).



Joonis 4: Keskserveri kategooriate nimekiri

Kategooria nupule vajutades edastatakse kategooriaga seotud moodulite nimekiri edasi viimasele põhitoimingule nimega `DisplayModulesActivity`, mis kuvab juhitud moodulid. Hetkel on toetatud kahte liiki moodulid: moodulid, mille väärtus on 0 või 1 ja moodulid, mille väärtus on 0% kuni 100%. API 10 versiooniga ühildumiseks kasutatakse moodulitele käskude andmiseks tavalisi nuppe, „ON“ ja „OFF“ nuppe binaarse puhul ja „+“ ja „-“ varieeruva puhul, kusjuures lühike puude lisab või eemaldab ühe protsendi ja pikem puude kümme protsenti. Uuemale Androidi operatsioonisüsteemiga (vähemalt 4.0) nutitelefonile rakendust laadides on võimalik kasutada vastavaid „Switch“ ja „Slider“ lahendusi. Nupule vajutades saadetakse vastav käsk keskserverisse, kus see kodeeritakse mooduli jaoks arusaadavale kujule ning edastatakse moodulile sobival meetodil.



Joonis 5: Keskserveri seadmete juhtimine

5 Keskserver

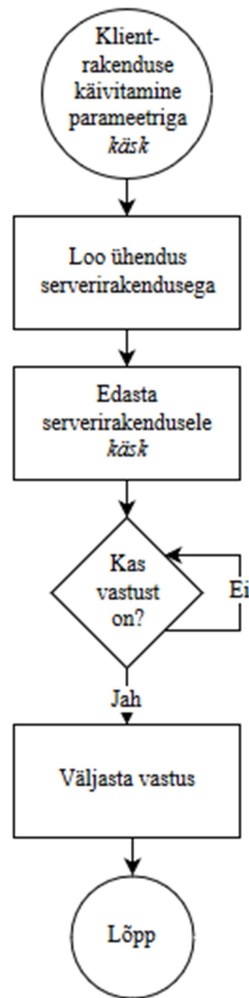
5.1 Keskserveri platvormi valik

Keskserveri platvormiks on Raspberry Pi 3 [30]. Raspberry Pi jõudlus on võrreldav kümme aastat vanade personaalarvutitega, aga on palju kompaktsem ja energiasäästlikum [31]. Raspberry Pi versioon 3 on eelistatud versioonile 2, kuna tal on sisseehitatud WiFi ja Bluetooth, mõlemat on võimalik rakendada ka seadmete juhtimiseks [32].

Keskserveri rakendused on kirjutatud Python 3 keeles [33]. Python sai valitud, kuna tegemist on väga populaarse ja algajasõbraliku keelega [34]. Ka tehnoloogiavõõras inimene on võimeline internetis hõlpsasti leitavate abimaterjalide toel Pythoni keele põhiteadmised endale selgeks tegema. Pythoni programmeerimine pole IDE seisukohalt ressursinõudlik ja ka integreeritud programmeerimiskeskonda kasutamata on kood hõlpsasti loodav tekstiredaktorites, kuna Pythoni keel on selgelt loetav ning seejärel käivitav käsurealt, kuna koodi ei pea kompileerima. Pythoni versioon 3 võeti kasutusele seepärast, et versiooni 2.7 arendus lõpetati 2010-ndatel aastatel ja vastupidiselt Androidi versiooniuuendustele pole personaalarvutid viimase 20 aasta jooksul nii kardinaalselt muutunud, et Python 3 rakendust aegunud masina peal kasutada poleks võimalik. Python 3.2 toimib veel isegi Windows 2000 operatsioonisüsteemi peal [35].

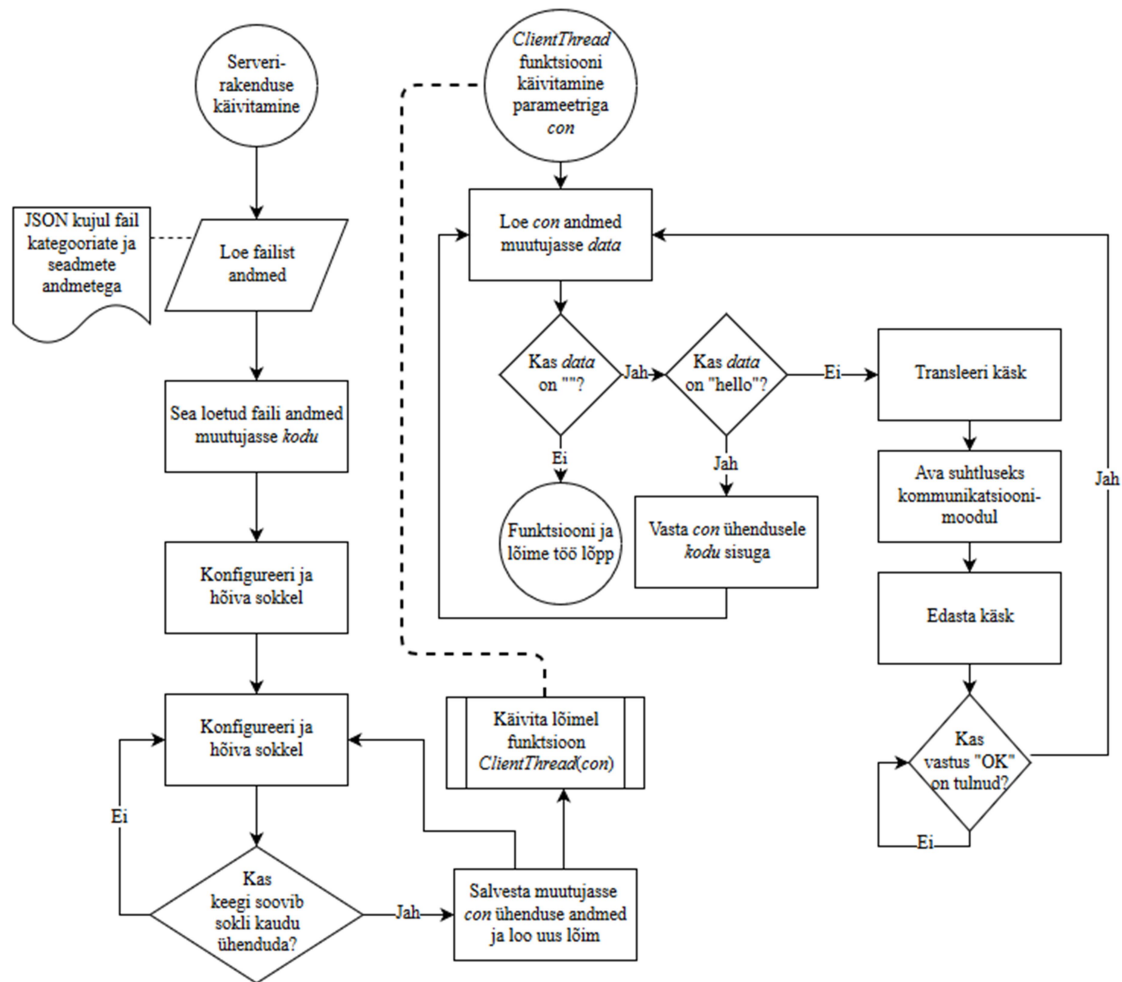
5.2 Keskserveri arendus

Keskserver kasutab kaht eriotstarbelist rakendust: klient ja server. Kliendirakenduse käivitab Androidi rakendusest tulev käsk (joonis 6). Seejärel ühendab klient end serveriga ning edastab käsu. Server vastab kliendile ning vastus edastatakse rakendusse. Selline disainifilosoofia eraldab serveri muust maailmast, kuna võimaldab serveriga suhtlemist ainult läbi klient-rakenduse. Klientrakenduses on seeläbi võimalik teha täiendavad turvakontrollid, mis veenduvad käsu autentsuses enne, kui käsk serverisse edastatakse.



Joonis 6: Klientrakenduse töövoog

Serverirakendus töötab järgnevalt (joonis 7): esmalt loetakse sisse JSON-kujul failist sinna eelnevalt salvestatud kategooriad ja nendesse paigutatud seadmed. Seejärel konfigureeritakse kliendirakendusega ühenduste loomiseks vajalik *socket* ehk pesa, mille tarvis on vaja määrata pordi number, mille kaudu suhtlus toimub. Rakendus hõivab pesa ning jääb ühendust ootama. Kui klient ühendub serveriga, käivitab serverirakendus uue lõime, mis alustab uue funktsiooniga, võttes parameetrina sisse loodud ühenduse.



Joonis 7: Serverirakenduse töövoog

Funktsioon loeb sisse klientrakenduse poolt saadetava käsu ning tegutseb selle alusel. Näiteks esimene käsk, mis tavapäraselt ühendusest tuleb, on kategooriate ja moodulite info pärimise käsk. Järgnevad käsud võivad nõuda mõne mooduli poole pöördumist või andmete täiendamist. Käsu täitmise järel vastatakse klientrakendusele. Näiteks kategooriate ja moodulite info pärimise käsule vastatakse JSON-kujul andmetega. Kui vastus klientrakendusele on saadetud, sulgetakse ühendus klientrakendusega ning lõim lõpetab oma töö. Serverirakendus on samal ajal kuulanud ja jätkab ka edasi sokli kuulamist, luues uusi lõimesid, mis tegelevad uute ühendustega, võimaldades nõnda paralleelseid ühendusi.

Seadmete ja kategooriate muutmiseks ning lisamiseks on kasutajal tarvis JSON-kujul olevat faili keskserveris muuta.

6 Juhitav seade: rulookerija

6.1 Rulookerija loomine

Rulookerija loomine toimus Tartu Ülikooli arvutitehnika õppekava aine „LOTI.05.022 Riistvaraprojekt“ raames. Õppeaine kulgedes püstib tudeng probleemi ning kavandab lahenduse, mis kasutab mikrokontrollerit. Seejärel hangib tudeng vajaliku riistvara ja disainib trükkplaadi, kuhu kinnitab komponendid. Programmeerimise ja testimise järel koostab tudeng dokumentatsiooni valminud lahendusele. Rulookerija võimaldab kasutajal nutitelefoni kaudu aratuse järel rulookardi üles kerida, mis soodustab kiiret ärkamist.

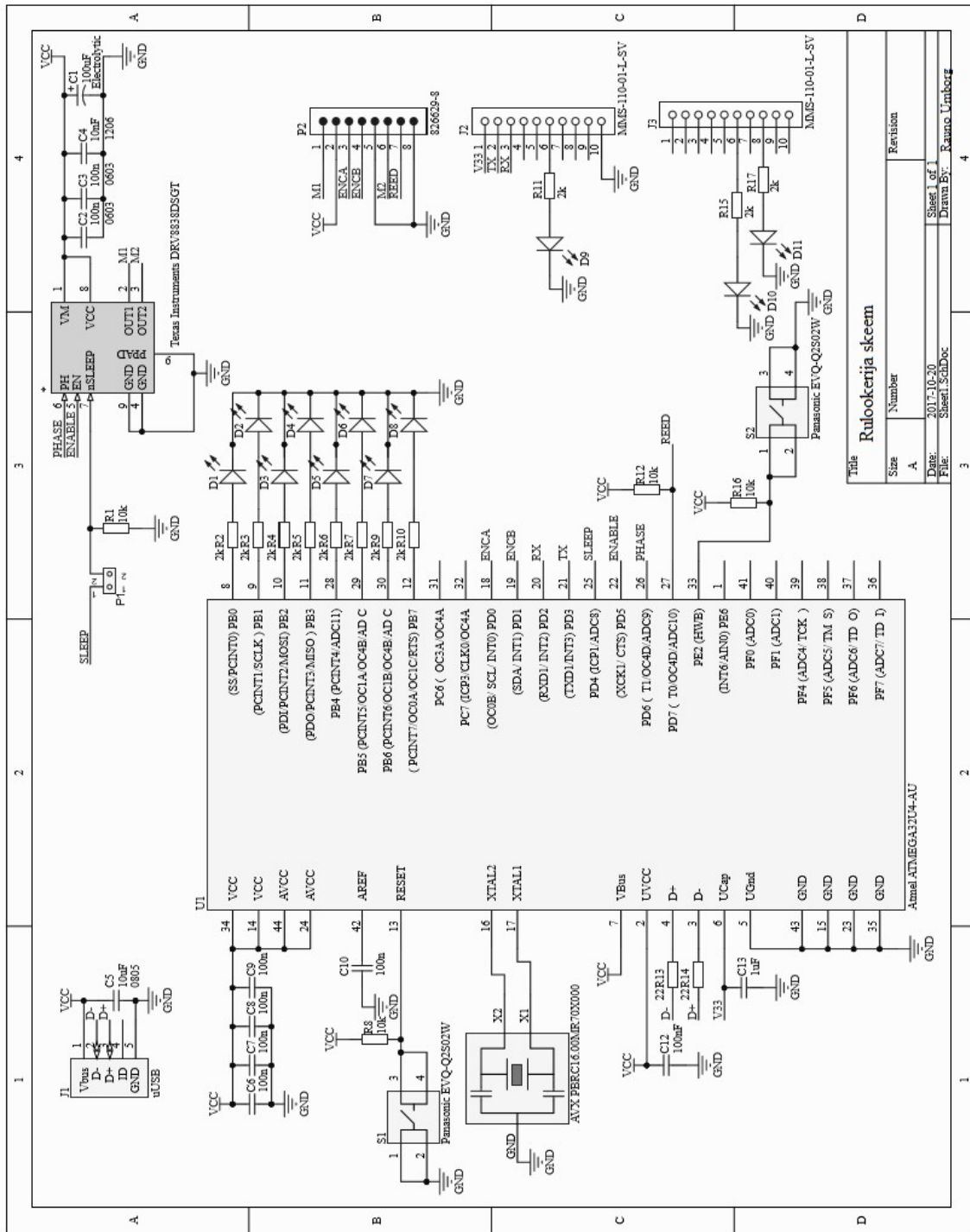
6.2 Rulookerija elektroonika

Rulookerija mikrokontrolleriks on juhendajate poolt soovitatud ATmega32U4 [35]. See 8-bitine mikrokontroller vajab toatemperatuuril, pingega viis volti ja taktsagedusega 16 megaherti töötamiseks 27 milliamprit voolu [36]. ATmega32U4 omab piisavalt sisendeid-väljundeid mitte ainult rulookerija tööks, vaid ka testimiseks ja silumiseks. Mikrokontrolleriga on ühendatud mikro-USB pistik programmeerimiseks ja trükkplaadi toiteks, kaks nuppu *bootloader* ja *reset* funktsionaalsuseks, keelrele ülemise asendi fikseerimiseks, kaheksa valgusdiodi mikrokontrolleri püsiprogrammi silumiseks ja hiljem kasutajale tagasiside andmiseks, Digi XBee S1 raadiomoodul [37] välise maailmaga suhtlemiseks ja mootori draiverkiip rulookerija mootori käivitamiseks, et rulood üles ja alla kerida. Keelrele abil määratakse ruloo ülemine asend. See loob ka võimaluse ruloo mootori kalibreerimiseks.

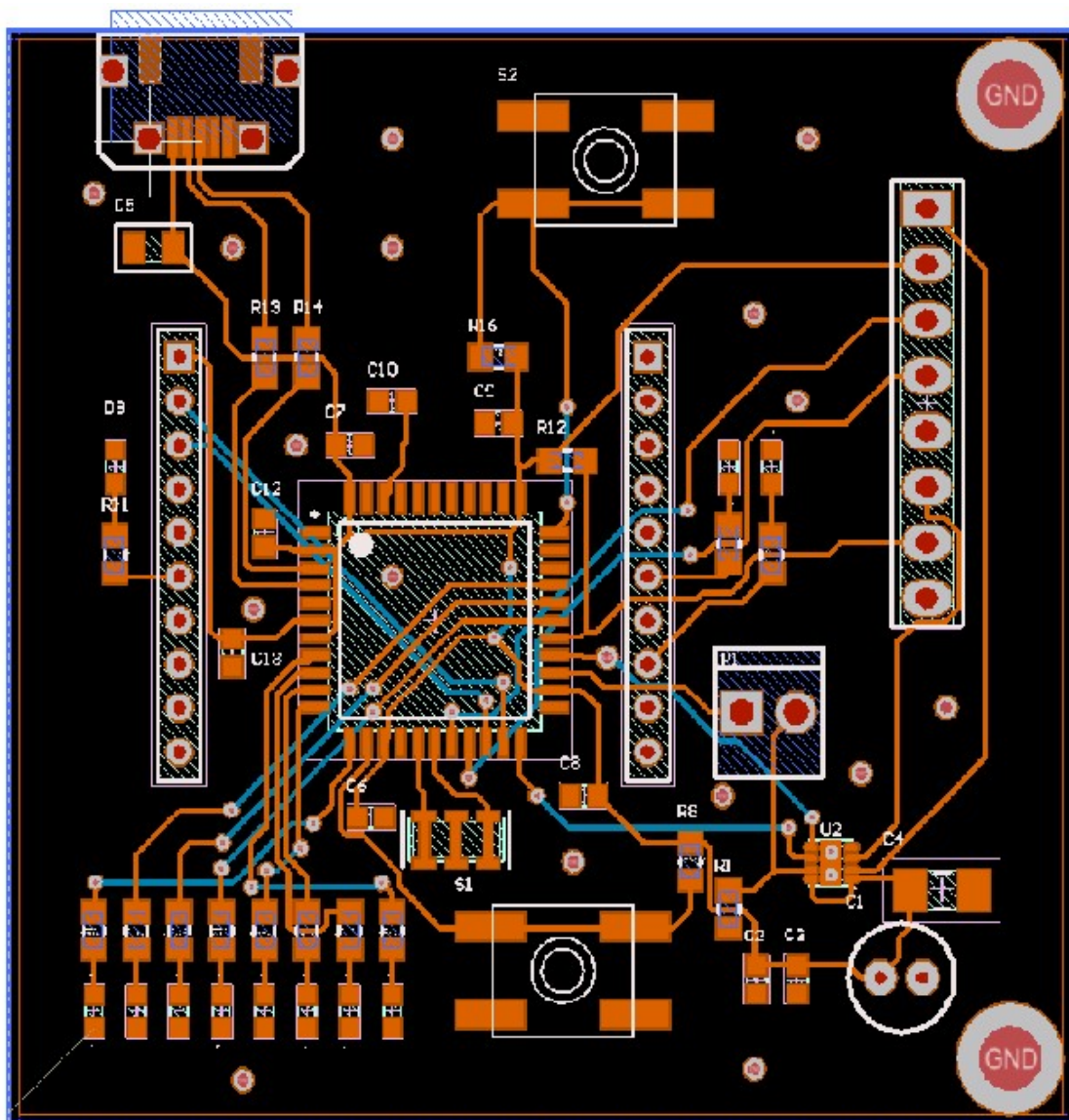
Digi XBee S1 raadiomoodul suhtleb mikrokontrolleriga üle UART liidese. Moodul töötab 2,4 GHz sagedusel ning suhtleb teise samasuguse seadmega, mis on ühendatud keskserveriga. Turvalisuse suurendamiseks on nende moodulite vahelist suhtlust võimalik krüpteerida. Mooduli tegevusraadiuseks on siseruumides 30 meetrit ja läbi õhu 90 meetrit [38]. XBee vajab töötamiseks 3,3 voldist pinget, mida on võimalik saada Atmega ühelt spetsiaalselt väljundviigult. See võimaldab trükkplaadi disaini lihtsustada, kuna pole vaja pingejagurit luua. Mikrokontrolleri 3,3-voldise pinget viik võimaldab voolutugevust kuni 55 milliamprit, millest piisab raadiosidemoodulile [38].

DRV8838-kiip [39] on sisuliselt H-sild, tänu millele on võimalik rakendada mootorile pinget mõlemas suunas ja seeläbi mootorit mõlemas suunas tööle panna. Draiveri üheks heaks omaduseks on unerežiimi võimekus, milles on kiibi voolutarbimine minimaalne. Draiver juhib mootorit „Pololu Micro Metal Gearmotor LP 6V with Extended Motor Shaft“ [40], mille ülekandeks on 1000:1 ja varisemisvooluks 0,36 amprit. Mootori ristlõige (10 x 12 mm) on võrreldav ruloo toru suurusega (diameeter 25mm), tänu millele ei riiva mootori paigaldamine oluliselt silma. Mootori jõumomendiks on hinnanguliselt 0,494 N·m, millest piisab autori magamistoa akna ees oleva ruloo kerimiseks (100 x 120 cm). Et mootor on pikendatud kõlliga, on võimalik mootorile kinnitada sobiv koodripaar [41]. See võimaldab mikrokontrollerile anda tagasisidet mootori pöörlemise kohta.

Rulookerija vajab oma tööks viie voldist toiteallikat, mis on võimalik trükkplaadi külge ühendada mikro-USB pesa kaudu. Sama pesa kasutatakse ka mikrokontrolleri programmeerimiseks. Et rulookerija programmeerimisel mootor voolu ei saaks tarbida, on trükkplaadil kaks viiku, mis tuleb ühedada, et mootorit unerežiimist välja oleks võimalik tuua. Rulookerija elektriline skeem (joonis 8) koostati ja trükkplaat (joonis 9) disainiti Altium CircuitMaker tarkvara abil.



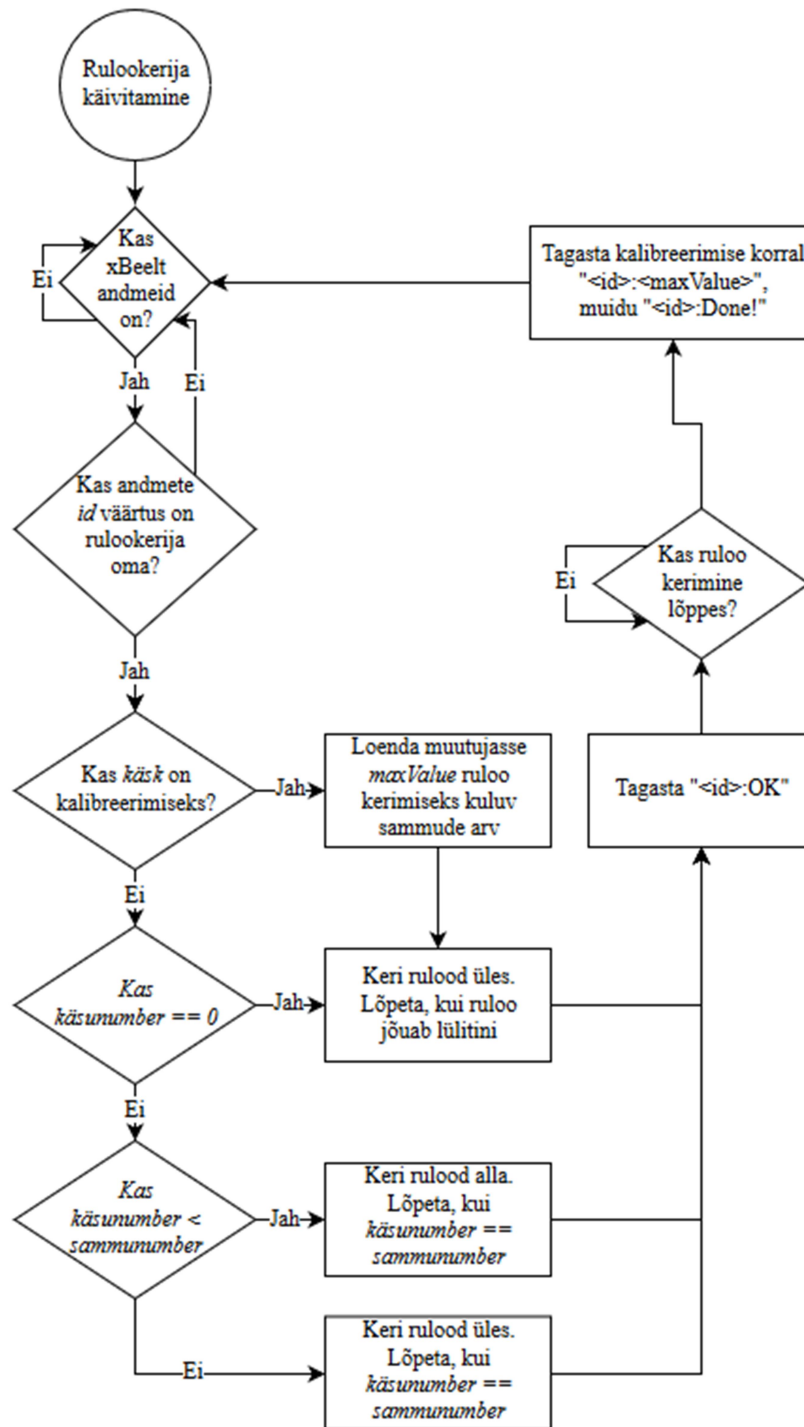
Joonis 8: Rulookerija trükkplaadi elektriline skeem



Joonis 9: Rulookerija trükkplaadi disain, maandusväljata

6.3 Rulookerija kood

Rulookerijat juhtiv kood on kirjutatud Atmel Studio 7 tarkvara [42] kasutades, programmeerimiskeeles C. Mikrokontrollerile on kood peale laetud Atmel FLIP 3.4.7 tarkvara [43] abil. Programmi alustades määratakse seadmele unikaalne sissekodeeritud identifikaatornumber, lubatakse 3,3-voldine pinge XBee toitmiseks ja seadistatakse UART suhtluseks ning lubatakse välised katkestused mootori koodri poolt sammude lugemiseks. Seejärel jääb rulookerija XBee mooduli abil eetrit kuulama.



Joonis 10: Rulookerija töövoog

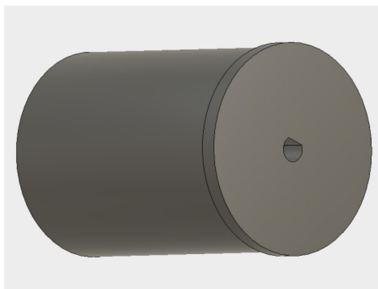
Rulookerija reageerib ainult oma identifikaatornumbriga seotud käskudele. Selleks tuleb serveril saata rulookerijale õiges vormingus sõnum käsu täide viimiseks. Saadetak sõne koosneb mooduli identifikaatornumbrist, käsust, ja eraldajatest. Käsu sõne on kujul

„@<id>:<käsk>“. Rulookerijale võib käsuks olla üks järgnevatest: teada anda mootori keritud sammude arv, kerida kindla sammunumbrini, kerida kõige ülemisse asendisse või kalibreerida mootor. Rulookerija annab serverile teada, kas on käsu kätte saanud ja kas on käsk lõpule viidud.

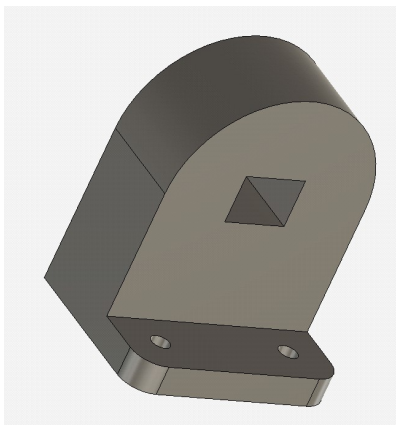
Rulookerija mootori kalibreerimine näeb ette ruloo käsitsi madalaimasse asendisse liigutamist ning seejärel mootoril ruloo ülemisse asendisse kerida käskimist. Kerimise käigus loendatakse mootori koodri sammude arv ja kerimine katkestatakse ülemises asendis oleva keelrelee abil. Selleks tuleb ruloole kinnitada ka magnet, et keelreleed lülitada. Rulookerija kerimise kasutajaloo jadaskeem on leitav lisa 1.

6.4 Rulookerija mehaanika

Rulookerija ühendamiseks rulookardina külge disainiti kaks mehaanilist komponenti: üks, mis mootori ajami ühendab rulookardina toruga (joonis 11) ja teine, mis kinnitab mootori seina külge (joonis 12). Komponentid disainiti kasutades Autodesk Fusion 360 tarkvara ning loodi Tartu Ülikooli Tehnoloogiainstituudi 3D-printerite abil.



Joonis 11: Rulookerija mootori ja kardina toru vaheline detail

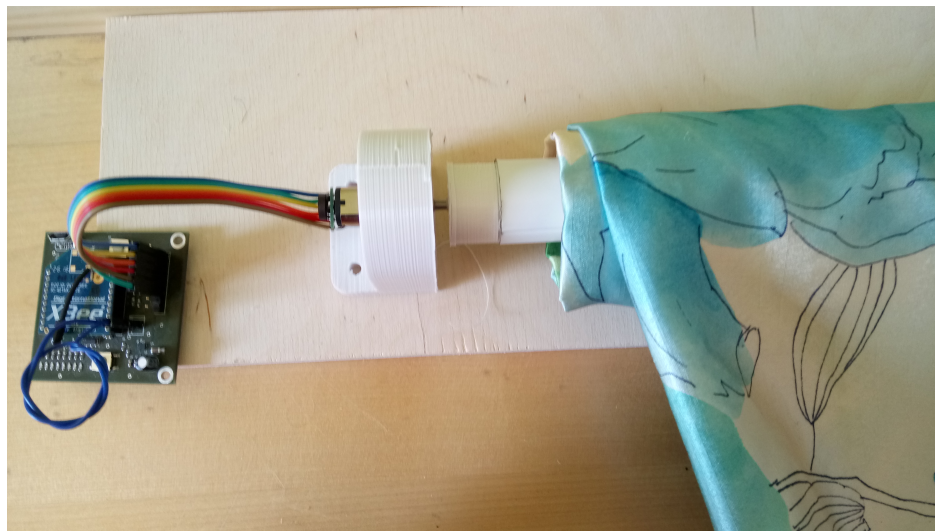


Joonis 12: Rulookerija seinakinnitus detail

7 Kokkuvõte

Käesoleva bakalaureusetöö eesmärgiks oli luua nutikodu lahendus, mida oleks võimalik igas sisevõrguga kaetud majapidamises püsti seada ning millest oleks kasutajale kasu kaugjuhtimise kui ka eluolu lihtsustamise näol. Bakalaureusetöö raames uuriti olemasolevaid lahendusi, kirjeldati nende tugevaid ja nõrku külgi ning seati nõuded koostatavale lahendusele.

Bakalaureusetöö raames koostatud lahendus (joonis 13) koosnes kolmest peamisest komponendist: Androidi rakendusest, keskserverist ja rulookerijast. Androidi rakendust testiti edukalt nii uuel kui 2011 aasta alguses välja antud nutitelefoniga. Rakendus koos keskserveriga võimaldab rulookerija turvalist kaugjuhtimist ja oleku kontrollimist. Keskserver teab alati rulookerija seisundit ning oskab seadmega suhelda. Uute seadmete lisamine tähendaks analoogselt rulookerijale JSON-vormingus andmestiku täitmist. Rulookerija disainiti ja implementeeriti kalibreerimisfunktsionaalsusega koos rulookardina käsijuhtimise võimekuse säilimisega.



Joonis 13: Rulookerija, ühendatud ruloo külge, seinale monteerimata

8 Viited

- [1] e-Teatmik: IT ja sidetehnika seletav sõnaraamat [Võrgumaterjal] [Vaadatud 17.05.2017] <http://vallaste.ee/>
- [2] JSON [Võrgumaterjal] [Vaadatud 17.05.2017] <https://www.json.org/>
- [3] The History of Automatic Doors [Võrgumaterjal] [Vaadatud 17.05.2017] http://edsdoors.com/history_of_automatic_doors.htm
- [4] Indome Nutikodu keskus [Võrgumaterjal] [Vaadatud 17.05.2017] <https://www.indome.ee/et/home>
- [5] Tark Tartu – Nutikalt keskkonnasõbralikuks [Võrgumaterjal] [Vaadatud 17.05.2017] <http://www.tarktartu.ee/>
- [6] A-Kaabel [Võrgumaterjal] [Vaadatud 17.05.2017] <https://www.akaabel.ee>
- [7] Stardipaketid @ Indome Nutikodu Keskus [Võrgumaterjal] [Vaadatud 17.05.2017] <https://www.indome.ee/et/c/stardipaketid>
- [8] Paigaldus ja Hooldus @ Indome Nutikodu Keskus [Võrgumaterjal] [Vaadatud 17.05.2017] <https://www.indome.ee/et/p/paigaldus-ja-hooldus>
- [9] Home Assistant [Võrgumaterjal] [Vaadatud 17.05.2017] <https://www.home-assistant.io/>
- [10] Introducing Echo Look - Hands-Free Camera and Style Assistant [Võrgumaterjal] [Vaadatud 17.05.2017] <https://www.amazon.com/dp/B0186JAEWK>
- [11] Tea Maker Robot Using LEGO Mindstorms – Robotic Gizmos [Võrgumaterjal] [Vaadatud 17.05.2017] <http://www.roboticgizmos.com/tea-maker-robot-using-lego-mindstorms/>
- [12] Contact | Fibaro [Võrgumaterjal] [Vaadatud 17.05.2017] <https://www.fibaro.com/en/contact/>
- [13] Zipato tutvustus [Võrgumaterjal] [Vaadatud 17.05.2017] <https://www.akaabel.ee/activities/smart-housing/zipato-overview>
- [14] Zipato.pdf [Võrgumaterjal] [Vaadatud 17.05.2017] <https://www.akaabel.ee/image/data/kataloogid/Zipabox.pdf>
- [15] Components – Home Assistant [Võrgumaterjal] [Vaadatud 17.05.2017] <https://www.home-assistant.io/components/#all>
- [16] Projects [Võrgumaterjal] [Vaadatud 17.05.2017] <http://wazombi.com/work.html>

- [17] Automate & Motorize Window Blinds and Shades with SOMA Smart Shades – Soma Smart Shades [Võrgumaterjal] [Vaadatud 17.05.2017]
<https://www.somasmarthome.com/>
- [18] SOMA Connect - Control Your Shades with Amazon Alexa & Apple HomeKit – Soma Smart Shades [Võrgumaterjal] [Vaadatud 17.05.2017]
<https://www.somasmarthome.com/products/soma-connect-blinds-control-for-amazon-alexa-apple-homekit>
- [19] About Python™ | Python.org [Võrgumaterjal] [Vaadatud 17.05.2017]
<https://www.python.org/about/>
- [20] Why Python is a Great First Language – Trinket Blog [Võrgumaterjal] [Vaadatud 17.05.2017] <https://blog.trinket.io/why-python/>
- [21] Why Python? – Code School Blog [Võrgumaterjal] [Vaadatud 17.05.2017]
<https://www.codeschool.com/blog/2016/01/27/why-python/>
- [22] The 2017 Top Programming Languages – IEEE Spectrum [Võrgumaterjal] [Vaadatud 17.05.2017] <https://spectrum.ieee.org/computing/software/the-2017-top-programming-languages>
- [23] Smartphone OS global market share 2009-2017 | Statista [Võrgumaterjal] [Vaadatud 17.05.2017] <https://www.statista.com/statistics/266136/global-market-share-held-by-smartphone-operating-systems/>
- [24] Android haaras juhtohjad – Äripäev [Võrgumaterjal] [Vaadatud 17.05.2017]
<https://www.aripaev.ee/uudised/2010/08/04/android-haaras-juhtohjad>
- [25] Press Release – Nexus One [Võrgumaterjal] [Vaadatud 17.05.2017]
<https://sites.google.com/a/pressatgoogle.com/nexusone/press-release>
- [26] Üle poole müüdnud telefonidest on nutitefonid | AM.ee [Võrgumaterjal] [Vaadatud 17.05.2017] <https://www.am.ee/node/2392>
- [27] Eraklient | Elisa [Võrgumaterjal] [Vaadatud 17.05.2017]
<https://web.archive.org/web/20120126103716/https://www.elisa.ee/et/Eraklient/Firma-st/Uudised/547/detsembrikuu-popimaks-mobiiltelefoniks-tousis-samsung-galaxy-gio>
- [28] Android 2.3 upgrade list: Is your phone getting Gingerbread? | Computerworld [Võrgumaterjal] [Vaadatud 17.05.2017]
<https://www.computerworld.com/article/2471010/mobile-wireless/android-2-3-upgrade-list-is-your-phone-getting-gingerbread.html>
- [29] Android version distribution history – Bidouille.org [Võrgumaterjal] [Vaadatud 17.05.2017] <https://www.bidouille.org/misc/androidcharts>

- [30] Raspberry Pi 3 Model B - Raspberry Pi [Võrgumaterjal] [Vaadatud 17.05.2017]
<https://www.raspberrypi.org/products/raspberry-pi-3-model-b/>
- [31] A Comprehensive Raspberry Pi 3 Benchmark | element14 | Raspberry Pi [Võrgumaterjal] [Vaadatud 17.05.2017]
<https://web.archive.org/web/20180411102919/https://www.element14.com/community/community/raspberry-pi/blog/2016/02/29/the-most-comprehensive-raspberry-pi-comparison-benchmark-ever>
- [32] Raspberry Pi 3 vs Pi 2: What's the difference? | Trusted Reviews [Võrgumaterjal] [Vaadatud 17.05.2017] <http://www.trustedreviews.com/opinion/raspberry-pi-3-vs-pi-2-2936374>
- [33] Welcome to Python.org [Võrgumaterjal] [Vaadatud 17.05.2017]
<https://www.python.org/>
- [34] PEP 11 -- Removing support for little used platforms | Python.org [Võrgumaterjal] [Vaadatud 17.05.2017] <https://www.python.org/dev/peps/pep-0011/>
- [35] ATmega32U4 - 8-bit AVR Microcontrollers - Microcontrollers and Processors [Võrgumaterjal] [Vaadatud 17.05.2017]
<http://www.microchip.com/wwwproducts/en/ATmega32u4>
- [36] ATmega16U4/32U4 Datasheet [Võrgumaterjal] [Vaadatud 17.05.2017]
http://ww1.microchip.com/downloads/en/DeviceDoc/Atmel-7766-8-bit-AVR-ATmega16U4-32U4_Datasheet.pdf
- [37] XBee/RF Wireless Solutions & Radio Modules - Digi International [Võrgumaterjal] [Vaadatud 17.05.2017] <https://www.digi.com/products/xbee-rf-solutions>
- [38] Digi XBee S1 802.15.4 RF Modules datasheet - XBee-Datasheet.pdf [Võrgumaterjal] [Vaadatud 17.05.2017] https://www.digi.com/pdf/ds_xbeemultipointmodules.pdf
- [39] DRV8838 1.8A Low Voltage Brushed DC Motor Driver | TI.com [Võrgumaterjal] [Vaadatud 17.05.2017] <http://www.ti.com/product/DRV8838>
- [40] Pololu - 1000:1 Micro Metal Gearmotor LP 6V with Extended Motor Shaft [Võrgumaterjal] [Vaadatud 17.05.2017] <https://www.pololu.com/product/3058>
- [41] Pololu - Magnetic Encoder Pair Kit for Micro Metal Gearmotors, 12 CPR, 2.7-18V (HPCB compatible) [Võrgumaterjal] [Vaadatud 17.05.2017]
<https://www.pololu.com/product/3081>
- [42] Atmel Studio 7 | Microchip Technology [Võrgumaterjal] [Vaadatud 17.05.2017]
<https://www.microchip.com/mplab/avr-support/atmel-studio-7>

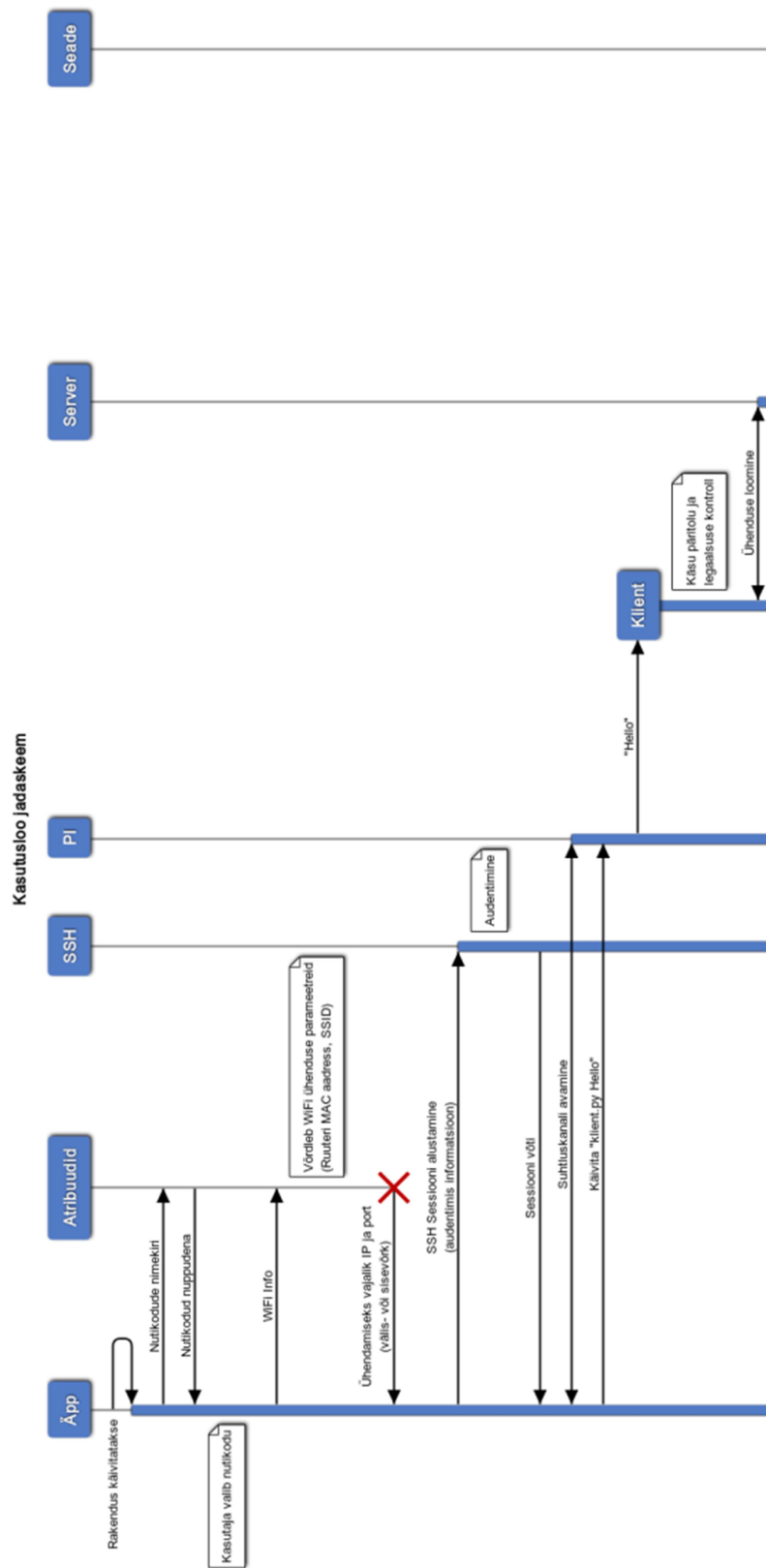
- [43] FLIP - FLIP | Microchip Technology Inc. [Võrgumaterjal] [Vaadatud 17.05.2017]
<http://www.microchip.com/developmenttools/ProductDetails.aspx?PartNO=FLIP>

Lisa 1. Rulookerija kasutusloo jadaskeem

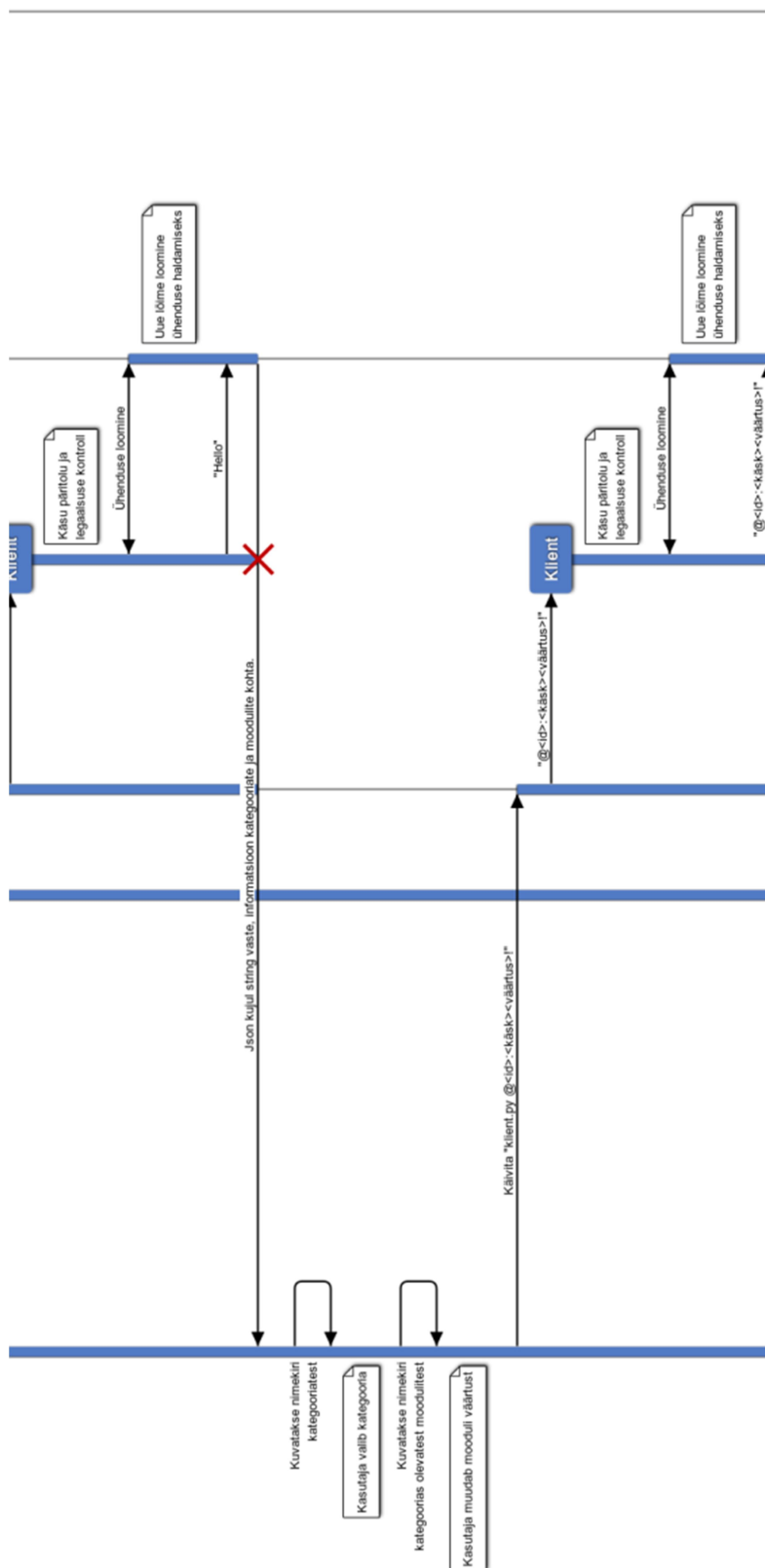
Alljärgnevatel joonistel 4, 5 ja 6 on läbi mängitud jadaskeemi näol süsteemide ülevaade rakenduse avamisest rulookerijale käsu edastamiseni. Jadaskeem lõpeb rakenduse sulgemisega. Jadaskeemil on järgnevate mõistetega tähistatud järgnevad komponendid:

- Äpp – Androidi rakendus
- Atribuudid – Androidi rakenduses olev nutikodude nimekirja kirjeldav fail
- SSH – Krüptograafilise võrguprotokolli abil loodud ühendus
- PI – Raspberri Pi 3
- Klient – Klient-rakendus
- Server – Server-rakendus
- Komm.moodul – XBee moodul
- Seade – rulookerija

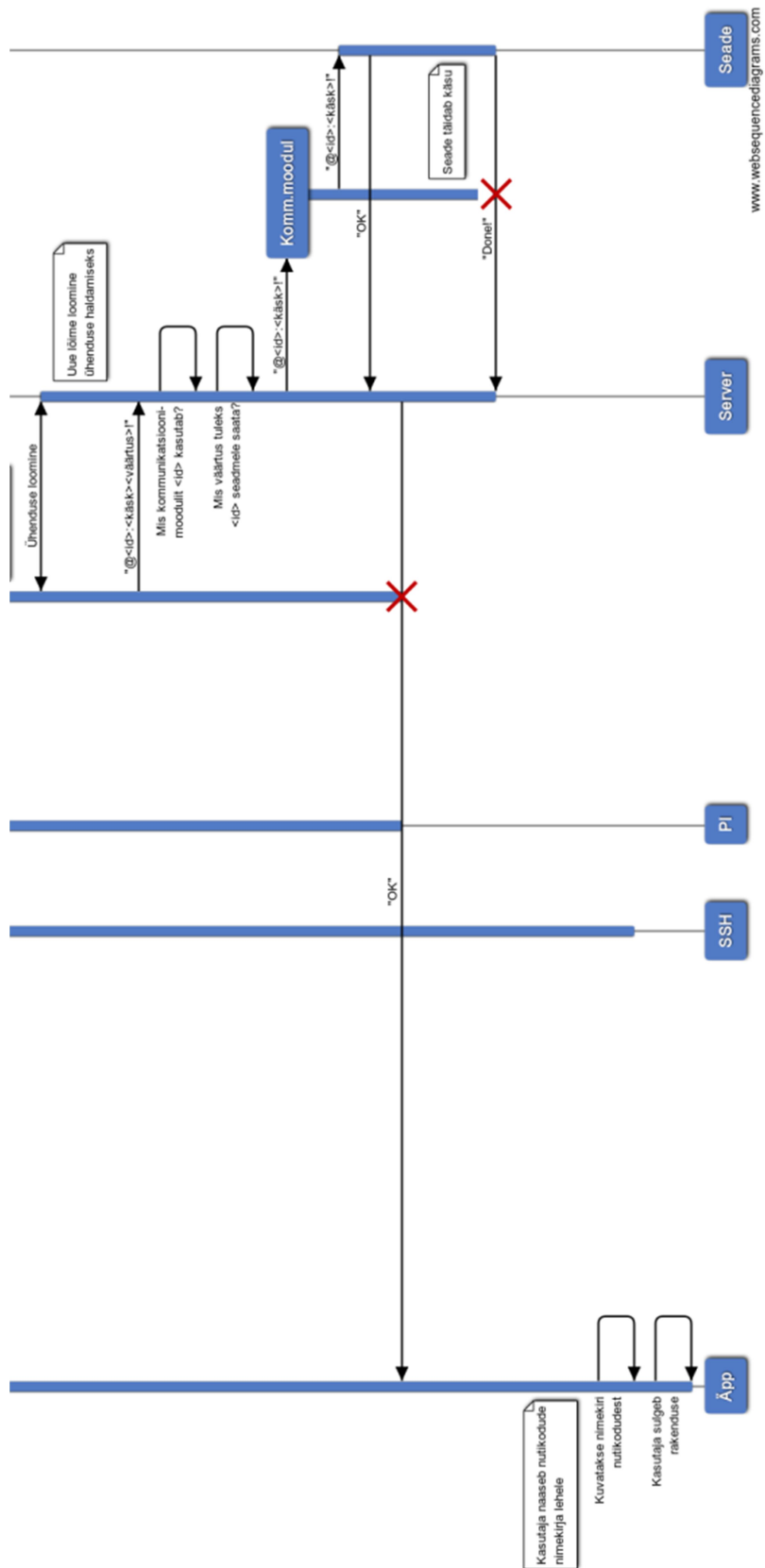
Loetavuse mõttes on jadaskeem jaotatud kolmeks nii, et joonised kattuvad osaliselt.



Joonis 14: Rulookerija kasutajaloo jadaskeem 1/3



Joonis 15: Rulookerija kasutajaloo jadaskeem 2/3



Joonis 16: Rulookerija kasutajaloo jadaskeem 3/3

Lihtlitsents lõputöö reprodutseerimiseks ja lõputöö üldsusele kättesaadavaks tegemisel

Mina, Rauno Umborg

1. annan Tartu Ülikoolile tasuta loa (lihtlitsentsi) enda loodud teose „Nutikodu“ mille juhendaja on Heiki Kasemägi
- 1.1.reprodutseerimiseks säilitamise ja üldsusele kättesaadavaks tegemise eesmärgil, sealhulgas digitaalarhiivi DSpace-is lisamise eesmärgil kuni autoriõiguse kehtivuse tähtaja lõppemiseni;
- 1.2.üldsusele kättesaadavaks tegemiseks Tartu Ülikooli veebikeskkonna kaudu, sealhulgas digitaalarhiivi DSpace'i kaudu kuni autoriõiguse kehtivuse tähtaja lõppemiseni.
2. olen teadlik, et punktis 1 nimetatud õigused jäävad alles ka autorile.
3. kinnitan, et lihtlitsentsi andmisega ei rikuta teiste isikute intellektuaalomandi ega isikuandmete kaitse seadusest tulenevaid õigusi.

Tartus, 20.05.2018